

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - ICIAG
CURSO DE AGRONOMIA

CAROLINE AFONSO MARÇAL

FONTES DE SILÍCIO NA INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE *Pantoea ananatis*

Uberlândia-MG

Dezembro - 2020

CAROLINE AFONSO MARÇAL

FONTES DE SILÍCIO NA INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE *Pantoea ananatis*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nilvanira Donizete Tebaldi.

Uberlândia-MG

Dezembro - 2020

FONTES DE SILÍCIO NA INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE *Pantoea ananatis*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nilvanira Donizete Tebaldi.

Aprovado pela Banca Examinadora em 14 de dezembro de 2020.

Eng.^a. Agr.^a. Ma. Natalia da Silva Oliveira

Eng.^a. Agr.^a. Rayane Louise Candida Diniz

Prof.^a Dr.^a Nilvanira Donizete Tebaldi.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Obtenção do inóculo e preparo da suspensão bacteriana	10
3.2. Fontes de silício na inibição do crescimento de <i>Pantoea ananatis in vitro</i>	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÃO	13

RESUMO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. A mancha branca causada pela bactéria *Pantoea ananatis* é uma das principais doenças foliares que acometem a cultura no Brasil e está presente em quase todas as regiões produtoras. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de silício na inibição do crescimento de *Pantoea ananatis in vitro*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Bacteriologia Vegetal, do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Uberlândia. Para a avaliação do halo de inibição do crescimento bacteriano *in vitro* com fontes de silício foi utilizado uma camada básica de meio agar-água 2% e a outra camada incluindo meio nutriente semi sólido (0,8%), acrescida de 10 mL da suspensão bacteriana (10^9 UFC.mL⁻¹) cultivada em meio líquido por 24h. Seguidamente discos de papel de filtro estéreis de 6 mm de diâmetros foram posicionados sobre o meio e adicionados 10 µL da solução, dos biofertilizantes (Sili K 1 mg. mL⁻¹, Kocide 1 mg. mL⁻¹, Agro Mos 1 mg. mL⁻¹, Soil Set 1 mg. mL⁻¹, Supra Sílica 1 mg. mL⁻¹, Grex Sil K 1 mg. mL⁻¹), e diluídos em série (10^{-1} a 10^{-3}). Como testemunha foi utilizada água estéril e como controle positivo o antibiótico estreptomicina. Foram utilizados dois discos para cada produto e concentração. Os halos de inibição foram avaliados 48 h após a incubação em estufa a 28 °C. Os biofertilizantes Agro Mos, Soil Set, Supra Sílica, Sili K, Grex Sil K e Kocide inibiram o crescimento de *Pantoea ananatis in vitro*.

Palavras-chave: Mancha branca, etiologia, silício, meio de cultura, *Zea mays*.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo (FANCELLI; NETO, 2000). A produção intensa da cultura do milho exige que sejam feitas semeaduras antecipadas sob irrigação, semeaduras na primeira e segunda safra (BORGES, 2018). Devido a isso, houve uma modificação na dinâmica populacional dos patógenos que prejudicam a cultura do milho, havendo um aumento na incidência e na severidade de doenças nas regiões produtoras dessa cultura (BORGES, 2018). Estima-se que as perdas geradas por doenças chegam a 60% (PEDRO et.al., 2010).

A mancha branca causada pela bactéria *Pantoea ananatis* é uma das principais doenças foliares que acometem a cultura do milho no Brasil e está presente em quase todas as regiões produtoras (COSTA et al., 2010). Os sintomas são caracterizados inicialmente por lesões cloróticas verde-escuras aquosas do tipo anasarca, que depois tornam-se necróticas de coloração palha (RANE et al., 1966; SHURTLEFF, 1984; FANTIN, 1994; CARSON, 1999; PACCOLA-MEIRELLES et al., 2001).

Na maioria dos casos as folhas inferiores são as primeiras a serem afetadas pela doença que em seguida avança rapidamente para as superiores e torna-se mais severa após o pendoamento (COSTA et al., 2010). Em condições de ataque severo, os sintomas podem aparecer na palha das espigas, provocando seca prematura das folhas e diminuição do ciclo da planta, no tamanho e no peso dos grãos (OLIVEIRA et al., 2004).

As perdas provocadas podem ultrapassar 60% da produção (CASELA et.al., 2006). A doença é favorecida em condições climáticas com temperaturas, entre 15 e 20°C e umidade relativa do ar acima de 60% (COSTA et al., 2011).

O silício (Si) vem sendo bastante estudado e apesar de não ser um nutriente essencial às plantas, têm trazido benefícios a várias espécies (POZZA et al., 2005). Esse nutriente parece ativar mecanismos de defesa em resposta ao ataque de patógenos nas plantas, como o aumento na síntese de compostos fenólicos e das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e quitinase (TATAGIBA et al., 2014), além de induzir o fortalecimento da parede celular, com o aumento do teor de lignina, dificultando a penetração de patógenos na planta hospedeira (LIMA et al., 2010; SCHURT et al., 2013), contribuindo na redução de componentes epidemiológicos como o índice de esporulação, número total de pústula e severidade da doença (CARRÉ-MISSIO et al., 2012).

A utilização de fontes silício para a redução da intensidade de doenças tem se tornado uma boa alternativa, proporciona resistência à planta a um determinado patógeno ou a ativação de barreiras químicas e bioquímicas (ANJOS et al., 2014).

Visando a inovação, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de silício na inibição do crescimento de *Pantoea ananatis in vitro*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A produção brasileira de milho na safra 2020/2021 está prevista em 104,9 milhões toneladas (CONAB, 2020), sendo o terceiro maior produtor mundial da cultura (USDA, 2019). Com o crescimento da produção e das áreas cultivadas já era previsível o aumento no número de doenças, a adoção do sistema de plantio direto, sem rotação de culturas, a ampliação das épocas de plantio (safra e safrinha), utilização de genótipos susceptíveis, entre outros fatores favoreceram modificações importantes na dinâmica populacional de patógenos, resultando no aparecimento de novos problemas fitossanitários (MOTA, 2019).

A mancha branca do milho é caracterizada por lesões necróticas de coloração esbranquiçada e espalhadas sobre o limbo foliar, os sintomas começam com lesões foliares verde escuro, com aspecto de encharcadas, do tipo anasarca, tornando se acinzentadas e subsequentemente necróticas de cor palha (PACCOLA-MEIRELLES, 2001).

É uma bactéria Gram-negativa, não esporulante, anaeróbia facultativa, formadora de colônias com crescimento mucoso e de coloração amarelo brilhante quando em meio de cultura (PACCOLA-MEIRELLES, 2001).

Apesar do manejo genético ser o mais recomendado para o controle da mancha branca, o manejo químico ainda é o mais utilizado por produtores, mostrando boa efetividade para grupo químico das estrobilurinas (BORSOI et al. 2018). No entanto, os fungicidas a base de triazóis, carbendazim e tiofanato metílico têm sido pouco eficientes no controle da mancha branca, o que também gera dúvidas acerca da maneira correta de sua utilização (COSTA et al., 2012).

O silício é considerado um indutor natural de resistência de plantas a doenças e pragas, é considerado o segundo elemento mais abundante no solo e é naturalmente absorvido pelas plantas na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4), também é chamado de ácido ortossilícico $[Si(OH)_4]$ (MA; YAMAJI, 2006; MALAVOLTA, 2006). Em seguida é absorvido, translocado e depositado abaixo da cutícula, propiciando uma dupla camada de silício-cutícula que certifica a proteção contra algum tipo de estresse de natureza química, física ou biológica. (EPSTEIN, 1994,1999; MA; YAMAGI, 2006; RANGANATHAN et al., 2006).

Segundo BÉLANGER et al. (1995) o suprimento de silício a várias espécies de plantas, tanto via solo como via foliar ou solução nutritiva, tem contribuído bastante na redução da intensidade e severidade de diversas doenças de importância econômica.

A aplicação de silício do mesmo modo reduziu a incidência da podridão de plântulas de milho causadas por *Pythium aphanidermatum* e *Fusarium moniliforme* (SUN et al., 1994). Há relatos também de redução na incidência de cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) em café (POZZA et al., 2004).

DATNOFF et al. (1991) observaram a diminuição considerável na incidência da brusone em arroz (*Pyricularia grisea*) cultivado em solo orgânico, na região dos Everglades, na Flórida, na qual foram aplicadas doses de 5, 10 e 15 t ha⁻¹ de silicato de cálcio. A aplicação de silicato de cálcio no solo reduziu também a severidade da mancha parda do arroz (*Bipolaris oryzae*) em 15% (DATNOFF et al., 1991). De acordo com (DANNON; WYDRA, 2004) observaram redução na incidência de *Ralstonia solanacearum* em tomateiros crescidos em solução nutritiva contendo Si.

Brancaglione et al. (2009) observaram inibição de até 100% do crescimento *in vitro* de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflore*, nos tratamentos onde adicionaram argila silicatada, confirmando a ação antibacteriana do produto. Albuquerque; Uesugi (2009) verificaram também a mesma ação de silício sobre *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, agente causal do cancro cítrico, cuja inibição foi obtida em concentrações superiores a 1%.

Em meloeiro amarelo, o silício reduziu significativamente o índice de doença, causada por *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (FERREIRA, 2009). Na cultura do algodão observou-se redução da severidade da mancha angular, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (MARIANO et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Bacteriologia Vegetal, do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Uberlândia, no período de abril a maio de 2019.

3.1. Obtenção do inóculo e preparo da suspensão bacteriana

O isolado UFU A18 de *Pantoea ananatis* pertencente à coleção de trabalho do Laboratório de Bacteriologia Vegetal, do Instituto de Ciências Agrárias, da UFU, proveniente de Morrinhos – GO foi cultivado em meio de cultura 523 (KADO; HESKETT, 1970).

A suspensão bacteriana foi preparada em água filtrada esterilizada, sendo ajustada em espectrofotômetro para OD₅₅₀=0,5 correspondendo a cerca de 1×10^9 UFC.mL⁻¹.

3.2. Fontes de silício na inibição do crescimento de *Pantoea ananatis* *in vitro*

A avaliação na inibição do crescimento bacteriano *in vitro* foi realizada usando das fontes de silício em meio de cultura 523, em placa de Petri.

Os biofertilizantes Agro Mos (Cu 3%, S 2,75%, Zn 2%) 1 mg. mL⁻¹, Soil Set (Cu 2%, S 3,75%) 1 mg. mL⁻¹, Grex Sil K(15% K₂O, 12% Si) 1 mg. mL⁻¹, Sili K (12% K₂O, 10% Si) 1 mg. mL⁻¹, Supa Silica (23,7% K₂O, 10% Si) 1 mg. mL⁻¹, Kocide (CuOH 53,8%, 46,2% outros ingredientes) 1 mg. mL⁻¹, foram avaliados quanto a inibição do crescimento de *Pantoea ananatis in vitro* em meio de cultura 523.

Foi utilizada uma camada básica de meio agar-água 2% e a outra camada incluindo meio nutriente semi sólido (0,8%), acrescida de 10 mL da suspensão bacteriana (10^9 UFC.mL⁻¹) cultivada em meio líquido por 24h.

Em seguida discos de papel de filtro estéril de 6 mm de diâmetros foram posicionados sobre o meio, e adicionados 10 µL da solução de cada produto, dose não diluído, e diluições em série (10^{-1} a 10^{-3}) dos biofertilizantes.

Para a testemunha foi utilizada água estéril e como controle positivo foram utilizados discos contendo antibiótico estreptomicina (10 mg.mL⁻¹). Foram utilizados dois discos para cada concentração e para cada biofertilizante. Os halos de inibição foram avaliados 48 h após a incubação em estufa a 28 °C.

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, as análises foram realizadas através do programa estatístico SISVAR versão 5.30 (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os biofertilizantes Sili k, Supa Sílica, Grex Sil K, Kocide, Soil Set e Agro Mos, nas concentrações não diluído (ND) e inibiram o crescimento de *Pantoea ananatis* *in vitro* (Figura 1), assim como a estreptomicina.

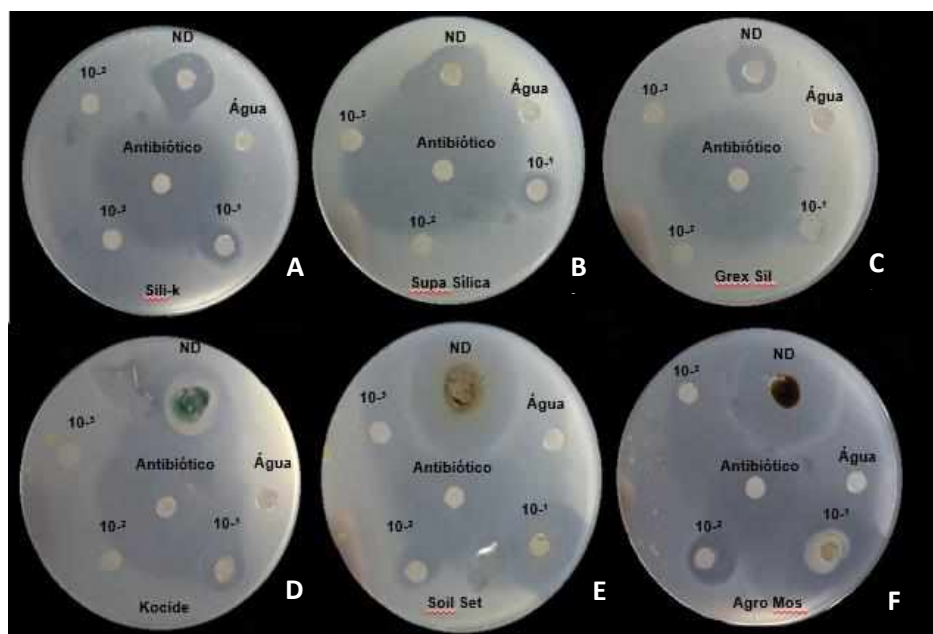


Figura 1. Halo de inibição do crescimento de *Pantoea ananatis* *in vitro*, usando os produtos A) Sili-K; B) Supa Sílica; C) Grex Sil K; D) Kocide; E) Soil Set e F) Agro Mos.

Os biofertilizantes Agro Mos, Soil Set, Supa Sílica e Kocide inibiram significativamente o crescimento de *Pantoea ananatis* *in vitro* nas concentrações não diluído (ND), 10^{-1} e 10^{-2} . Os demais biofertilizantes Sili K, Grex Sil K apresentaram inibição somente nas concentrações não diluído (ND) e 10^{-1} . Nenhum produto foi efetivo na concentração 10^{-3} .

Tabela 1. Halo de inibição de crescimento (cm) de *Pantoea ananatis in vitro* por diferentes fontes de silício, em diferentes diluições, em meio de cultura. Uberlândia-MG,2019.

Produtos	Diluições			
	ND	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Agro Mos	2,90 abA	2,40 aA	1,53 aAB	0,00 aB
Soil Sel	3,16 abA	2,36 aA	1,60 aAB	0,00 aB
Supa Sílica	2,03 abA	1,30 aAB	0,86 aAB	0,00 aAB
Sili K	1,73 bcA	1,23 aAB	0,00 aB	0,00 aB
Grex Sil K	1,33 bcA	1,36 aA	0,00 aA	0,00 aA
Kocide	1,60 bcA	1,60 aA	0,40 aA	0,00 aA
Estreptomicina	3,8 aA			
Água	0,00 cA			
CV (%): 62,52				

Medias seguidas por letras distintas minúscula na coluna e maiúsculas na linha diferem pelo teste de Tukey a 0,05.

Vários autores têm descrito o uso dos biofertilizantes na inibição do crescimento de bactérias, como o uso da Supa Sílica inibindo o crescimento da *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Andrade (2012) utilizou silicato de potássio na inibição de *Xanthomonas* spp. (ANJOS et al., 2014), Soil-Set na inibição do crescimento de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* (FERREIRA e TEBALDI, 2019), no entanto o silicato de potássio (Supa Sílica®) não afetou o crescimento de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* *in vitro*, enquanto o silicato de alumínio (Rocksil®) teve ação inibitória aos isolados avaliados (GUAZINA e THEODORO, 2017). Assim como para fungos, o Agro-mos inibiu o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, além de incrementar a qualidade de frutos de goiaba em pós-colheita (GOMES, et al 2015).

Desta forma, os biofertilizantes avaliados podem apresentar potencial de uso na agricultura, no entanto, devem ser avaliados para o controle da mancha branca do milho, no manejo da doença.

5. CONCLUSÃO

Os biofertilizantes Agro Mos, Soil Set, Supra Sílica, Sili K, Grex Sil K e Kocide inibiram o crescimento de *Pantoea ananatis in vitro*.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R.C.; UESUGI, C.H. **Inibição in vitro de *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* por Rocksil, um protetor de planta não tóxico.** In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 25., 2000, Belém. Anais. Brasília: Fitopatologia Brasileira, 2000. p.318.
- ANDRADE, C. C., RESENDE, R. S., RODRIGUES, F. A., SILVEIRA, P. R., RIOS, J. A., OLIVEIRA, J. R., & MARIANO, R. L. (2013). Indutores de resistência no controle da pinta bacteriana do tomateiro e na atividade de enzimas de defesa. *Tropical Plant Pathology*, 38(1), 28-34
- ANJOS, T. V. D., TEBALDI, N. D., MOTA, L. C. B. M., & COELHO, L. Fontes de silício no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro. *Summa Phytopathologica*, v. 40, n. 4, p. 365-367, 2014.
- BRANCAGLIONE, P.; SAMPAIO, A.C.; FISCHER, I.H.; ALMEIDA, A.M.; FUMIS, T.F. **Eficiência de argila silicatada no controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, in vitro e em mudas de maracujazeiro-amarelo.** Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal, v.31, n.3, p.718-724, 2009
- BELANGER, P. R., BOWER, P. A., & EHERT, D. L. Soluble silicon: Its role in crop and disease management of greenhouse. *Can J Plant Pathol*, v. 19, p. 310-314, 1997.
- BORGES, M. G. **Terapia fotodinâmica no controle de *Pantoea ananatis* in vitro.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p18.2018.
- BORSOI, F. T.; SCHMITZ, L.; WORDELL FILHO, J. A.; NESI, C. N. Mancha branca no milho: etiologia e controle. **Informativo Técnico.** Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.31, n.3, p.31-34, set./dez. 2018
- CARSON, M. L. Vulnerability of U.S. maize germplasm to phaeosphaeria leaf spot. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, p. 462- 464, 1999.
- CARRÉ-MISSIO,V.; RODRIGUES, F.A.; SCHURT, D.A.; REZENDE, D.C.; MOREIRA, W.R.; KORNDÖRFER, D.H.; ZAMBOLIM, L. **Componentes epidemiológicos da ferrugem do cafeeiro afetadas pela aplicação foliar de silicato de potássio.** Tropical Plant Pathology, Lavras, v.37, n.1, p.50-56, 2012.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho.** Embrapa–Circular Técnica 83, Embrapa, Sete Lagoas, MG, Brasil, 2006.
- CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento** (2020), Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 15 de novembro 2020.
- COSTA, R. V. da; CASELA, C. R.; COTA, L. V. Doenças. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho.** 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1).

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; LANZA, F. E. **Recomendações para o controle químico da mancha branca do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Circular Técnica 167).

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; LANZA, F. E.; FIGUEIREDO, J. E. F. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.11, n.3, p.291-301, 2012.

DANNON, E.A.; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.64, n.5, p.233-243, 2004.

EPSTEIN, E. **The anomaly of silicon in plant biology**. Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan. 1994.

EPSTEIN, E. Silício. **Revisão anual da biologia vegetal**, v. 50, n. 1, pág. 641-664, 1999.

FANCELLI, A. L., & DOURADO NETO, D. Produção de milho. **Guaíba: Agropecuária**, v. 1, p. 360, 2000.

FANTIN, G. M. Mancha de *Phaeosphaeria*, doença do milho que vem aumentando sua importância. **Biológico**, Campinas, v. 56, p. 39, 1994.

FERREIRA, H.A. **Silício no controle da mancha-aquosa em meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. 2009. 82f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, P. S. F., & TEBALDI, N. D. Métodos de inoculação de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* em maracujazeiro e biofertilizantes na inibição do crescimento bacteriano in vitro. **Summa Phytopathologica**, v. 45, n. 2, p. 207-209, 2019.

GOMES, R. S. S, DEMARTELAERE, A. C .F, NASCIMENTO, L. C., MACIEL, W. O., WANDERLEY, D. B. N. S. *Bioatividade de indutores de resistência no manejo da antracnose da goiabeira (*Psidium guajava* L.)*. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, p. 149-154, 2016.

GUAZINA, R. A., & THEODORO, G. D. F. In vitro action of silicon sources on isolates of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 4, p. 310-315, 2017.

LIMA, L.M.; POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A.; FONSECA, T.A.P.S.; CARVALHO, J.G. Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja suprida com silício em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.1, p.51-56, 2010.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science**, v. 11, n. 8, p. 392-397, 2006.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARIANO, R.L.R.; OLIVEIRA, J.C.; ALBUQUERQUE, G.M.R.; SILVEIRA, E.B. Silicato de cálcio na indução de resistência à mancha-angular do algodoeiro. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.35, p.19, 2010. Suplemento

MOTA, R. P. **Agressividade, caracterização molecular de isolados de *Pantoea ananatis* e nanopartículas no controle da bactéria na cultura do milho**.

Tese (Mestrado em Fitopatologia) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p.56.2019.

OLIVEIRA, E. D., FERNANDES, F. T., CASELA, C. R., PINTO, N. F. J. A., & FERREIRA, A. D. S. (2004). **Diagnose e controle de doenças na cultura do milho**. Tecnologias de produção do milho. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 227-267.

PACCOLA-MEIRELLES, L. D.; FERREIRA, A. S.; MEIRELLES, W. F.; MARRIEL, I. E.; CASELA, C. R. Detection of a bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brazil. **Journal Phytopathology**, Malden, v. 149, p. 275-279, 2001.

PEDRO, E. S., GONÇALVES, R. M., MEIRELLES, W. F., REGINA, M., & PACCOLA-MEIRELLES, L. D. (2010). **Avaliação de diferentes produtos no controle da mancha branca do milho**. In Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... Sete Lagoas: ABMS, 2010.

POZZA, A. A., Alves, E., POZZA, E. A., CARVALHO, J. G. D., MONTANARI, M., GUIMARÃES, P. T.; SANTOS, D. M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 185-188, 2004.

POZZA, E.A.; POZZA, A.A.A.; BOTELHO, D.M.S. Silicon in plant disease control. **Revista Ceres**, Viçosa, v.62, n.3, p.323-331, 2015.

RANGANATHAN, S. et al. Effects of silicon sources on its deposition, chlorophyll content, and disease and resistance in rice. **Biologia Plantarum**, v. 50, n. 04, p. 713-716, 2006.

RANE, M. S.; PAYAK, M. M.; RENFRO, B. L. The Phaeosphaeria leaf spot of maize. **Indian Phytopathological Society Bulletin**, New Delhi, v. 3, p. 7-10, 1966.

SCHURT, D.A.; RODRIGUES, F.A.; COLODETTE, J.L.; CARRÉ-MISSIO, V. Efeito do silício nas concentrações de lignina e de açúcares em bainhas de folhas de arroz infectadas por *Rhizoctonia solani*. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.4, p.360-366, 2013.

SHURTLEFF, M. C. **Phaeosphaeria leaf spot**. In: SHURTLEFF, M. C. (Ed.). Compendium of corn diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, 1984. p. 23-24.

SUN, X. H.; SUN, Y.J.; ZHANG, C.S.; SONG, Z.H.; CHEN, J.; BALI, J. K.; CUI, Y.Y.; ZHANG, C. The mechanism of corn stalk rot control by application of potassic and siliceous fertilizers. **Acta Pytophylacica Sinica**, v. p. 102-108, 1994.

TATAGIBA, S.D.; RODRIGUES, F.A.; FILIPPI, M.C.; SILVA, G.B.; SILVA, L.C. Physiological responses of rice plants supplied with silicon to *Monographella albescens* infection. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.162, n.9, p.586-606, 2014.

USDA - **United States Department of Agriculture** (2019),
Disponível em: <<http://www.usda.gov>> Acesso em: 26 de setembro 2019